

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**Japanese Unexamined Utility Model Publication H2-52328**

**(Publication Date: April 16, 1990)**

(Utility Model Application S63-128930, Application Date September 30, 1988)

**Specification**

**1. The Name of the Device**

**Microwave Plasma CVD Apparatus**

**2. Claims**

1. A microwave plasma CVD apparatus, characterized in that:

forming, inside a reaction chamber section, a separation plate which spatially partitions between a first region and a second region where a substrate for being formed a film is configured;

introducing gas to the first region and adding microwave to said gas to make said gas become excited gas;

introducing said excited gas into the second region through a plurality of gas-passing holes formed in the separation plate; and

introducing gas for forming a film into the second region to form a film on said substrate.

2. A microwave plasma CVD apparatus according to claim 1, wherein gas pressure of the first region is larger than that of the second region.

3. A microwave plasma CVD apparatus according to claim 1, wherein an amorphous semiconductor film is formed on the substrate.

4. A microwave plasma CVD apparatus according to claim 1, 2 or 3, wherein gas pressure of the first region is larger than or equal to 0.05 Torr.

5. A microwave plasma CVD apparatus according to claim 1, 2 or 3, wherein gas pressure of the second region is smaller than or equal to 0.5 Torr.

6. A microwave plasma CVD apparatus according to claim 1, 2 or 4, wherein gas introduced to the first region is one of, or a combination of H<sub>2</sub>, He, Ar, Xe, Ne, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, NO, N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub>, CF<sub>4</sub>, SiF<sub>4</sub>, SF<sub>6</sub>.

### 3. Detailed Explanation of Device

#### [Industrially Applicable Field]

This device is about a microwave plasma CVD apparatus which can form an amorphous semiconductor film, for example, amorphous silicon, etc.

#### [Prior Art and Its Problem]

It has been proposed to form an amorphous semiconductor film such as amorphous silicon (hereinafter abbreviated as "a-Si") using a microwave plasma CVD apparatus.

Fig. 2 shows the above apparatus. In the figure, reference numeral 1 is a reaction chamber. A substrate supporting body 2 is configured inside the chamber 1, a plate for being formed a film 3 is configured on the substrate supporting body 2, and a heater 4 is configured inside the substrate supporting body 2 so that the film-forming plate 3 is heated to a certain temperature.

In a part of the reaction chamber, a window for introducing microwave 5 is formed and a waveguide 6 is connected to this window 5. Also, a gas-introducing tube 7 is connected to the chamber 1 and the remainder of gas supplied for forming a film is exhausted through an exhausting tube 9 by a vacuum pump 8. Here, reference numeral 10 is a vacuum indicator for measuring the degree of vacuum of the reaction chamber 1.

According to the above constituted microwave plasma CVD apparatus, microwave introduced by the waveguide 6 is added to the gas introduced through the gas-introducing tube 7 through the window 5, the gas is decomposed to become plasma, and a film is formed on the substrate 3 whose temperature is set to a certain degree.

However, if an a-Si film is formed by such an above constituted plasma CVD apparatus, gas pressure must be set less than or equal to 0.1 Torr in order to prevent generation of powder substance in forming a film, and therefore electric discharge becomes unstable and making a constant quality of an a-Si film becomes difficult.

Moreover, an a-Si film is formed on the window 5 and therefore microwave is reflected by the window 5 and electric discharge becomes unstable, and furthermore there is a case where electric discharge is stopped.

Also, by the substrate supporting body 2, the propagation of microwave is disrupted and therefore a reaction chamber is not a resonance device and the efficiency of absorption of microwave becomes low.

Therefore, the objectives of this device are to solve the above-mentioned problems and provide a microwave plasma CVD apparatus which can form a high quality film.

Also, another objective of this device is to improve the absorption efficiency of microwave and electric discharge to make it possible to reliably form a film, and thus provide a microwave plasma CVD apparatus which can realize decreasing the cost of film-formed products.

#### [Means to Solve the Problems]

A microwave plasma CVD apparatus of this device is characterized in that forming, inside a reaction chamber section, a separation plate which spatially partitions between a first region and a second region where a substrate for forming a film is configured, introducing gas to the first region and adding microwave to said gas to make said gas become excited gas, introducing said excited gas into the second region through a plurality of gas-passing holes formed in the separation plate, and introducing gas for forming a film into the second region to form a film on said substrate.

#### [Examples]

The below is to explain in detail this device, by taking an example of a microwave plasma CVD apparatus which can form an amorphous semiconductor film.

Fig. 1 is an apparatus of this device and reference numeral 11 in the figure is a reaction chamber comprising SUS, Al etc. Inside the reaction chamber 11, a separation plate 12 is configured to specially separate, one space is the first region 13 and the other space is the second region 14. Moreover, in the separation plate 12, a plurality of gas-passing holes 15 are formed to enable gas passage between the region 13 and the region 14.

In a part of the first region 13, a window for introducing microwave which consists of quartz glass and alumina ceramics, etc. is formed. A waveguide 17 is connected to the window 16, and a gas introducing tube 18 where gas for being added microwave is introduced is connected.

In the second region 14, a substrate supporting body 19 is configured, a substrate plate 20 for being formed a film is configured on the substrate supporting body 19, and inside the substrate supporting body 19, a heater 21 is configured to heat the substrate plate 20 to a certain temperature. A film-forming gas introducing tube 22 is connected to the second region 14 and the remainder of gas supplied for forming a film is exhausted through exhausting tube 24 by vacuum pump 23. Here reference numerals 25, 26 are vacuum indicators for measuring the degree of vacuum of the first and second regions, respectively.

According to the above constituted microwave plasma CVD apparatus, microwave introduced by the waveguide 17 is added to the gas for being added microwave introduced through the gas-introducing tube 18 through the window 16, the gas is decomposed to become plasma with glow electric discharge decomposition, and becomes excited gas. The excited gas is sent via the gas-passing holes 15 to the second region 14.

Also, gas for forming a film is sent to the second region and mixed with the above excited gas and thus the gas for forming a film is also excited. For example, if  $H_2$  gas is used as the gas for being added microwave and  $SiH_4$  gas is used as the gas for forming a

film, first  $H_2$  gas is excited and becomes plasma and ions and neutral excited species, and its excited gas acts on  $SiH_4$  gas to decompose. Thus an a-Si film is gas-phase-crystal grown on the substrate 20 whose temperature is set within the range between 200 to 300 °C.

Accordingly, the above constituted microwave plasma CVD apparatus, microwave does not directly act on  $SiH_4$  gas and thus does not give damage on the grown a-Si film and also microwave is resonated by the first region and the absorption efficiency of the microwave becomes high, and as a result, a high quality a-Si film is stably formed.

When forming an amorphous semiconductor film such as the above, other than the combination of the above  $H_2$  gas and  $SiH_4$  gas, various gas can be selected and combined.

As the gas for being added microwave, it is desirable to select gas which is not forming a film by electric decomposition, for example,  $H_2$ , He, Ar, Xe, Ne,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $NH_3$ , NO,  $N_2O$ ,  $NO_2$ ,  $CF_4$ ,  $SiF_4$ ,  $SF_6$ , etc. and they can be used as one or combination.

As the gas for forming a film, there are  $SiH_4$ ,  $Si_2H_6$ ,  $Si_3H_8$ ,  $SiClH_2$  and organic metal gas such as  $Al(CH_3)_3$ ,  $Ga(CH_3)_3$ .

Also, there is a case where as the decomposition of the gas for forming a film, the above gas for being added microwave can be provided to form a film. For example, the combination of  $N_2$  gas and  $SiH_4$  gas, silicon nitride film is formed.

According to this device, in forming an amorphous semiconductor film, the gas pressure of each of the first region and the second region can preferably be set as follows.

If the gas pressure of the first region is larger than that of the second region, gas for forming a film does not diffuse into the first region and a film is not formed inside the first region.

Moreover, it is good to set gas pressure of the first region is larger than or equal to 0.05 Torr, preferably larger than or equal to 0.1 Torr, and within this range, the discharge of excited gas is stabilized and the absorption efficiency of microwave becomes high.

Regarding gas in the second region, it is good to set smaller than or equal to 0.5 Torr, preferably smaller than or equal to 0.1 Torr, and outside of the range, decomposed-generated substance does not contribute to form a film and becomes powder substance to attach inside the region and therefore, the efficiency of gas for contributing to form a film is decreased and the quality of a film becomes low.

#### [Effects of the Device]

As shown above, according to the microwave plasma CVD apparatus of this device has the following advantages and can stably form a high quality film, and decrease the cost of film-formed products.

(1) Plasma is not disrupted because microwave does not directly act on gas for forming a film.

- (2) Microwave is resonated and its absorption efficiency becomes high.
- (3) Gas decomposed generated substance does not become powder substance.
- (4) Plasma density becomes high because microwave glow electric discharge is stabilized in the first region.
- (5) Also, since gas for forming a film does not contact to microwave-introducing window, a film is not formed on the window.

In addition, the microwave plasma CVD apparatus of this device is not limited to the above example and similar effect is obtained when forming a film other than an amorphous semiconductor film such as diamond-like carbon thin film.

[Brief Explanation of Drawings]

Fig. 1 is an outline figure of an microwave plasma CVD apparatus of this device, and Fig. 2 is an outline figure of a prior microwave plasma CVD apparatus.

- 1, 11 ... Reaction Chambers
- 2, 20 ... Substrates
- 5, 16 ... Microwave Introducing Windows
- 6, 17 ... Waveguides
- 12 ... Separation Plate
- 13 ... The First Region
- 14 ... The Second Region

# 公開実用平成 2-52328

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 実用新案出願公開

⑫ 公開実用新案公報(U)

平2-52328

⑪ Int. Cl.<sup>8</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)4月16日

H 01 L 21/205

7739-5F

21/31

C

6824-5F

// H 01 L 31/04

7522-5F

H 01 L 31/04

V

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全 頁)

⑭ 考案の名称 マイクロ波プラズマCVD装置

⑮ 実 願 昭63-128930

⑯ 出 願 昭63(1988)9月30日

⑰ 考 案 者 宮 本 直 興

滋賀県八日市市蛇溝町長谷野1166番地の6 京セラ株式会  
社滋賀八日市工場内

⑱ 考 案 者 岩 崎 彰 典

滋賀県八日市市蛇溝町長谷野1166番地の6 京セラ株式会  
社滋賀八日市工場内

⑲ 出 願 人 京セラ株式会社

京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

1. 考案の名称

マイクロ波プラズマCVD装置

2. 実用新案登録請求の範囲

(1) 反応室内部に第1の領域並びに成膜用基体を配置した第2の領域を空間的に区切る仕切り板を形成し、第1の領域にガスを導入するとともにマイクロ波を印加して上記ガスを励起ガスとし、この励起ガスを仕切り板に形成した複数のガス通過孔を介して第2の領域に導入し、更に第2の領域に成膜用ガスを導入して前記基体上に成膜形成することを特徴とするマイクロ波プラズマCVD装置。

(2) 第1の領域のガス圧が第2の領域に比べて大きくなっている請求項(1)記載のマイクロ波プラズマCVD装置。

(3) 基体の上にアモルファス半導体膜を形成する請求項(1)記載のマイクロ波プラズマCVD装置。

(4) 第1の領域のガス圧が0.05Torr以上である請求項(1)、(2)又は(3)記載のマイクロ波プラズマ





CVD 装置。

(5) 第2 の領域のガス圧が0.5Torr 以下である請求項(1)、(2) 又は(3) 記載のマイクロ波プラズマ CVD 装置。

(6) 第1 の領域に導入するガスとして $H_2$ , He, Ar, Xe, Ne,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $NH_3$ , NO,  $N_2O$ ,  $NO_2$ ,  $CF_4$ ,  $SiF_4$ ,  $SF_6$  が単独で又は組合せて用いられる請求項(1)、(2) 又は(4) 記載のマイクロ波プラズマ CVD 装置。

### 3. 考案の詳細な説明

#### (産業上の利用分野)

本考案は例えばアモルファスシリコンなどのアモルファス半導体膜を形成できるマイクロ波プラズマ CVD 装置に関するものである。

#### (先行技術及びその問題点)

アモルファスシリコン(以下、a-Siと略す)などのアモルファス半導体膜をマイクロ波プラズマ CVD 装置を用いて形成することが提案されている。

第2 図は上記装置を示し、図中、1 は反応室であり、この反応室1 の内部には基板支持体2 が配置され、この基板支持体2 の上には成膜用の基板

3 が配置され、しかも、基板支持体2 の内部には成膜中基板3 が所要の温度に加熱されるようにヒータ4 が配置される。

反応室1 の一部にはマイクロ波導入用の窓5 が形成され、この窓5 に導波管6 が接続される。また、反応室1 には成膜用のガス導入管7 が接続され、成膜に供与されたガスの残りは真空ポンプ8 により排出管9 を介して排出される。尚、10は反応室1 の真空度を測定するための真空計である。

上記構成のマイクロ波プラズマCVD 装置によれば、ガス導入管7 を介して導入したガスに、導波管6 より導かれたマイクロ波が窓5 を介して印加し、そのガスが分解してプラズマ化し、所要な温度に設定された基板3 の上に成膜形成される。

しかし乍ら、このような構成のプラズマCVD 装置を用いてa-Si膜を形成する場合、成膜中に粉体の発生を防ぐためにガス圧を0.1Torr 以下に設定しなければならず、そのために放電が不安定となり、一定した品質のa-Si膜を形成するのがむずかしくなる。



しかも、 $\alpha$ -Si膜が窓5の面上にも形成し、これにより、その窓5によりマイクロ波が反射し、放電が不安定になり、更に放電が停止する場合もある。

また、基板支持体2によりマイクロ波の伝播が乱され、そのために反応室1が共振器とならず、マイクロ波の吸収効率が低下する。

従って、本考案の目的は叙上の問題点を解決して高品質な膜が形成できるマイクロ波プラズマCVD装置を提供することにある。

また、本考案の他の目的はマイクロ波の吸収効率及び放電を改善して信頼性の高い成膜形成を可能とし、これによって成膜製品の低コスト化を達成したマイクロ波プラズマCVD装置を提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

本考案のマイクロ波プラズマCVD装置は、反応室内部に第1の領域並びに成膜用基板を配置した第2の領域を空間的に区切る仕切り板を形成し、第1の領域にガスを導入するとともにマイクロ波

を印加して上記ガスを励起ガスとし、この励起ガスを仕切り板に形成した複数のガス通過孔を介して第2の領域に導入し、更に第2の領域に成膜ガスを導入して前記基体上に成膜形成することを特徴とする。

〔実施例〕

以下、本考案をアモルファス半導体膜を形成できるマイクロ波プラズマCVD装置を例にとって詳細に説明する。

第1図は本考案の装置であり、図中の11はSUS、Alなどから成る反応室であり、この反応室11の内部には仕切り板12が空間的に区切られるように配置されており、一方の空間を第1の領域13とし、他方の空間を第2の領域14とし、しかも、仕切り板12には両者の領域13、14の間でガスの通過を可能とするガス通過孔15が複数個形成されている。

第1の領域13の一部には石英ガラスやアルミナセラミックスなどから成るマイクロ波導入用窓16が形成され、この窓16に導波管17が接続

され、そして、マイクロ波被印加用ガスが導入されるガス導入管 18 が接続される。

第 2 の領域 14 には基板支持体 19 が配置され、この基板支持体 19 の上には成膜用の基板 20 が配置され、しかも、基板支持体 19 の内部には基板 20 が所要の温度に加熱されるようにヒータ 21 が配置される。第 2 の領域 14 には成膜用ガス導入管 22 が接続され、成膜に供与されたガスの残りは真空ポンプ 23 により排出管 24 を介して排出される。尚、25、26 は第 1 の領域及び第 2 の領域のそれぞれの真空度を測定するための真空計である。

上記構成のマイクロ波プラズマ CVD 装置によれば、ガス導入管 18 を介して導入したマイクロ波被印加用ガスに、導波管 17 より導入されたマイクロ波が窓 16 を介して印加し、そのガスがグロー放電分解してプラズマ化し、励起ガスとなる。その励起ガスはガス通過孔 15 を介して第 2 の領域 14 へ送られる。

そして、第 2 の領域 14 には成膜用ガスも送ら

れ、上記励起ガスと混合し、これに伴って成膜用ガスも励起される。例えばマイクロ波被印加用ガスとして $H_2$ ガスが用いられ、成膜用ガスとして $SiH_4$ ガスが用いられた場合には、先ず $H_2$ ガスが励起され、プラズマ化してイオンや中性励起種となり、その励起ガスが $SiH_4$ ガスに作用して分解させる。

これにより、200 ~ 300 °C の温度範囲内に設定した基板20の上にa-Si膜が気相成長する。

かくして上記構成のマイクロ波プラズマCVD装置によれば、マイクロ波が $SiH_4$ ガスに直接作用せず、そのため、成長したa-Si膜にプラズマダメージを与えず、しかも、マイクロ波が第1の領域により共振化してマイクロ波の吸収効率が高くなり、その結果、高品質なa-Si膜が安定して形成される。

上記のようなアモルファス半導体膜を形成する場合、上記 $H_2$ ガス及び $SiH_4$ ガスの組合せ以外に種々のガスを選択且つ組合せることができる。

マイクロ波被印加用ガスには放電分解により膜形成しないガスを選ぶことが望ましく、例えば $H_2$

、He, Ar, Xe, Ne, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, NO, N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub>, CF<sub>4</sub>, SiF<sub>4</sub>, S  
F<sub>6</sub>などがあり、これらが単独で又は組合せて用い  
られる。

成膜用ガスにはSiH<sub>4</sub>, Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, Si<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, SiClH<sub>3</sub> 並び  
にAl(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, Ga(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub> などの有機金属ガスなどが  
ある。

そして、成膜ガスの分解に伴って上記マイクロ  
波被印加用ガスの励起ガスも成膜に供与される場  
合がある。例えばN<sub>2</sub>ガスとSiH<sub>4</sub>ガスの組合せの場  
合には窒化シリコン膜が形成される。

本考案によれば、アモルファス半導体膜を形成  
するに当たって第1の領域と第2の領域のそれぞ  
れのガス圧を下記の通りに設定するとよい。

第1の領域のガス圧を第2の領域のガス圧に比  
べて大きくした場合、成膜用ガスが第1の領域へ  
拡散せず、第1の領域内部で成膜が行われない。

しかも、第1の領域のガス圧を0.05Torr以上、  
好適には0.1Torr以上に設定するとよく、この範  
囲内であれば、励起ガスの放電が安定化し、マイ  
クロ波の吸収効率が高くなる。

第2 の領域のガスについては、0.5Torr 以下、  
好適には0.1Torr 以下に設定するとよく、この範  
囲から外れた場合には、成膜用ガスの分解生成物  
が成膜に寄与せず、粉体化してこの領域内に付着  
し、従って、ガスが成膜に寄与する効率が低下し  
たり、膜質が低下する。

〔考案の効果〕

以上の通り、本考案のマイクロ波プラズマCVD  
装置によれば、

- (1) . . . 成膜用ガスに直接マイクロ波が  
作用しないのでプラズマが乱されない
- (2) . . . マイクロ波が共振化し、その吸  
収効率が高くなる。
- (3) . . . ガス分解生成物が粉体化しない
- (4) . . . 第1 の領域においてマイクロ波  
グロー放電が安定化するため、プラズ  
マ密度が高くなる
- (5) . . . しかも、マイクロ波導入用窓に  
成膜用ガスが接触しないので、その窓  
に成膜形成されない。





などの利点があり、高品質な膜を安定して形成でき、また、その成膜製品の低コスト化が達成できる。

尚、本考案のマイクロ波プラズマCVD装置は上記実施例に限らず、アモルファス半導体膜以外の膜、例えばダイヤモンド状炭素薄膜などを形成する場合においても同様な作用効果が得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

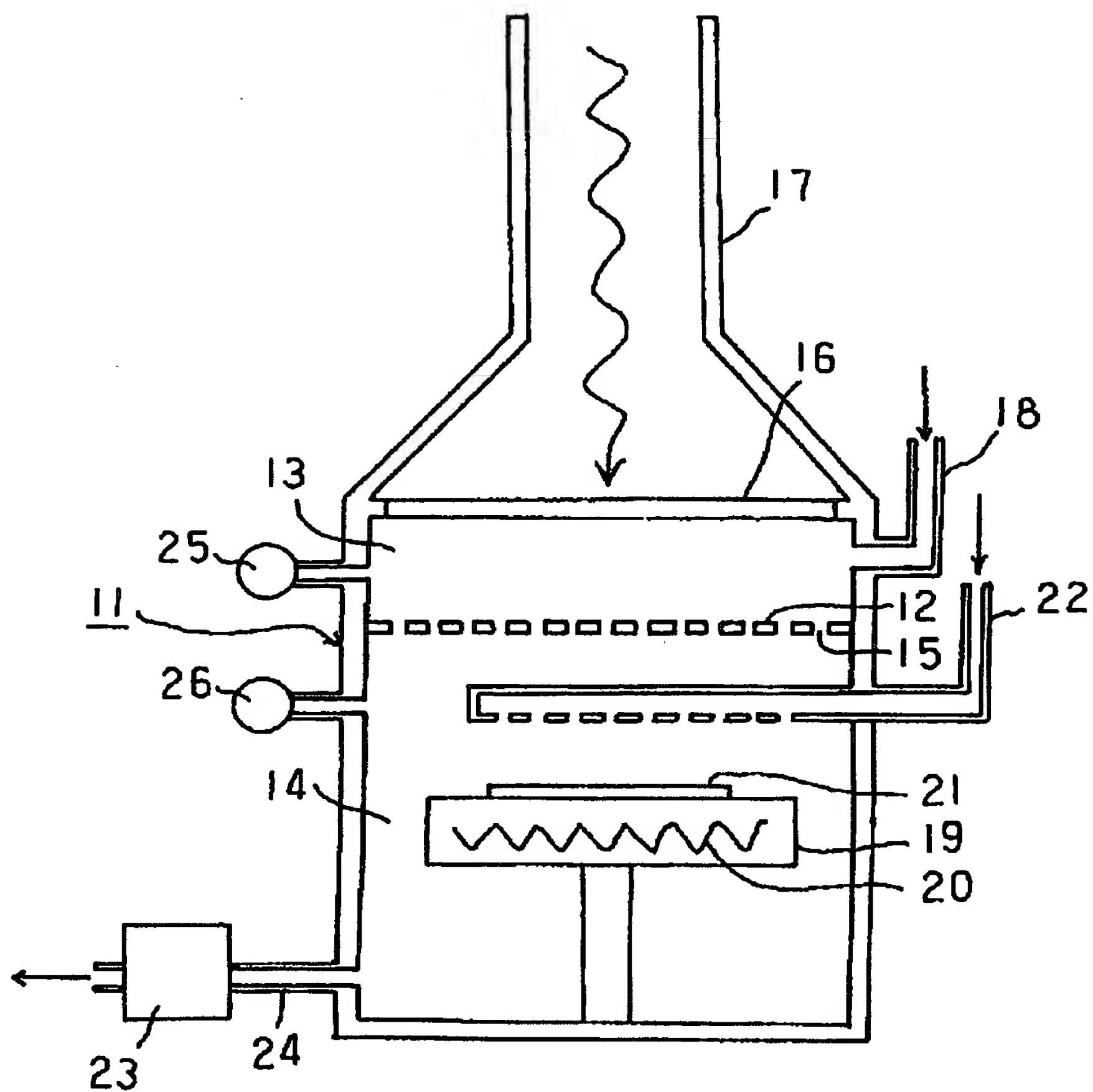
第1図には本考案マイクロ波プラズマCVD装置の概略図、第2図は従来のマイクロ波プラズマCVD装置の概略図である。

- 1, 11 . . . 反応室
- 2, 20 . . . 基板
- 5, 16 . . . マイクロ波導入用窓
- 6, 17 . . . 導波管
- 12 . . . . 仕切り板
- 13 . . . . 第1の領域
- 14 . . . . 第2の領域

実用新案登録出願人(663) 京セラ株式会社

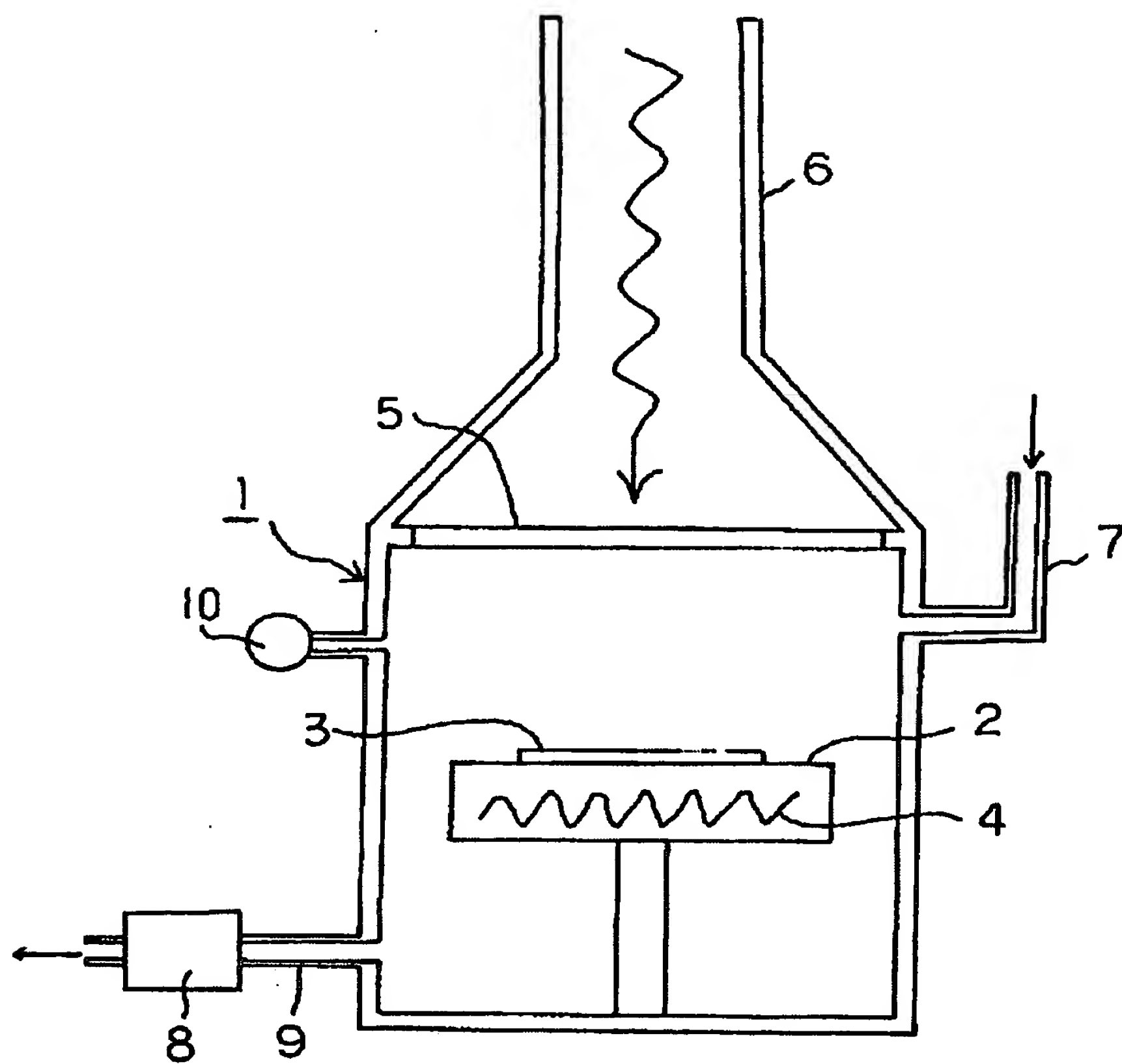
代表者 安 城 欽 寿

271



271  
250 525

図 2



272 272 52328